

Los sistemas de información geográfica de ámbito local en las áreas rurales

Antoni F. Tulla

Résumé / Abstract / Resum / Resumen

Les systèmes d'information géographique constituent une nouvelle révolution méthodologique pour emmagasiner, développer et analyser les bases de données géoréférencées. Leur diffusion aux États-Unis au début de la décennie 1960-1969 et plus tard en Europe a eu pour conséquence leur utilisation dans la gestion et l'analyse territoriales. Dans cet article on envisage de réfléchir sur les contradictions et les complémentariétés qu'implique l'utilisation des SIG dans la gestion territoriale, par exemple dans l'établissement du cadastre ou dans des recherches comme celles concernant les modèles d'analyse des systèmes territoriaux dans le milieu rural. En s'appuyant sur l'analyse de différentes contributions et d'une sélection de références bibliographiques, on propose d'introduire ce qu'on appelle les systèmes d'information locale (SIGAL), c'est à dire les SIG qui seraient à la base d'une double utilisation pour la recherche et la gestion. Dans ce sens on a jugé comme étant très utile la collaboration entre les spécialistes en études rurales et les spécialistes en techniques et méthodologie des SIG.

* * *

Geographical information systems (GIS) emerge as a further methodological revolution for the storage, development and analysis of geographical data bases. Their diffusion in the United States at the beginning of the 1960s and later in Europe has facilitated their use in spatial analysis and in management. This article aims to make some reflexions on both the contradictions and the complementary nature of the use of GIS in management. These uses include the collection of statistics at municipal level; research projects such as territorial systems analysis models in rural areas. Through different contributions and a selection of bibliographic references the so-called local information systems are identified as the GIS which serve as a compatible base for use in both research and management. The collaboration which has exis-

ted between researchers on rural topics and specialists in GIS methodology and techniques has obviously been highly positive.

* * *

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG) apareixen com una nova revolució metodològica en l'emmagatzematge, desenvolupament i anàlisi dels bancs de dades georeferenciats. La seva difusió als Estats Units a principis de la dècada de 1960-1969 i després a Europa ha permès el seu ús en la gestió i anàlisi del territori. En aquest article es pretén reflexionar sobre les contradiccions i complementaritats de l'ús del SIG en la gestió, per exemple, per a la confecció del cadastre, o en la recerca, com seria el cas dels models d'anàlisi de sistemes territorials en l'àmbit rural. A través de diverses aportacions i d'una selecció de referències bibliogràfiques es pretén introduir els denominats sistemes d'informació local (SIGAL) com els SIG que serveixen de base per a un ús compatible de recerca i gestió. En aquest sentit, es valora com a molt positiva la col·laboració entre els especialistes de temes rurals i els que ho són de la tècnica i metodologia dels SIG.

* * *

Los sistemas de información geográfica (SIG) aparecen como una nueva revolución metodológica en el almacenamiento, desarrollo y análisis de los bancos de datos georeferenciados. Su difusión en los Estados Unidos a principios de la década 1960-1969, y después en Europa, ha permitido su uso en la gestión y el análisis territorial. En este artículo se pretende reflexionar sobre las contradicciones y complementariedades de uso de los SIG en la gestión, por ejemplo, en la realización del catastro, o la investigación, como sería el caso de los modelos de análisis de sistemas territoriales en el ámbito rural. A través de distintas aportaciones y de una selección de referencias bibliográficas, se pretende presentar los denominados sistemas de información local (SIGAL) como los SIG que sirven de base para un uso compatible entre la investigación y la gestión. En este sentido se valora como muy positiva la colaboración entre los estudiosos de los temas rurales y los especialistas en la técnica y metodología de los SIG.

La difusión de los sistemas de información geográfica (SIG) ha sido muy rápida, primero en Estados Unidos y después en Europa, desde la década de 1960-1969. Sin embargo, el ámbito de análisis, el tipo de usuario, la información requerida o, sim-

plemente, el desarrollo del tipo de SIG deseado, no ha avanzado con la misma intensidad. Las áreas urbanas, por la densidad de información que requieren los órganos que las gestionan, han sido el objeto prioritario en el desarrollo de los SIG (Maguire, Rhind y Goodchild, 1991). Si tenemos en cuenta que cada institución desea disponer de una información integrada de las variables que son significativas en el ámbito territorial de su competencia, entonces serán las funciones de la institución las que definirán el tipo de SIG en primera instancia (Guimet, 1992). La valoración del suelo, de los edificios y de las actividades que en ellas se desarrollan, ha sido, y aún es, la función principal de las instituciones de gestión del territorio. La recaudación de impuestos se lleva a cabo, en gran medida, sobre una base impositiva que presupone unos criterios de valoración sobre una base de datos georreferenciada y objetivable (Ottens y Harts, 1990).

El catastro, en la mayor parte de los países desarrollados del mundo, ha sido la función generadora de los SIG. El mayor dinamismo económico de las áreas industriales y de servicios en comparación con las rurales ha sido la razón principal para que los SIG trataran problemas urbanos y muy raramente problemas rurales (Perrotter-Muller, 1987). El interés de esta comunicación reside precisamente en mostrar la necesidad de un SIG adaptado a las áreas rurales y no únicamente a las necesidades de las áreas urbanas o a la gestión catastral (Ashdown y Schaller, 1990).

Estructuraremos nuestra exposición en cuatro apartados: 1. La introducción de los sistemas de información geográfica; 2. La problemática de un SIG del ámbito rural; 3. Los objetivos, elementos y problemas del mismo; 4. El sistema de información local como modelo.

Las reflexiones que se exponen sobre el tema han ido surgiendo en el Departamento de Geografía de la UAB de las aplicaciones realizadas del programa *Map Analysis Package* (Alegre, 1983), la generalización del uso de métodos y técnicas cuantitativas (Alegre y Tulla, 1986), así como las aplicaciones realizadas en el marco del programa *Man and Biosphere* (Ganyet y Tulla 1988; Matínez, Nunes y Valero, 1988) que han desarrollado la formación de un equipo de investigación (Proyectos DGICYT PB87-0773, DGICYT PB90-0689 y CICYT INF91-0476) centrado en el diseño y la aplicación de SIG a micro y mesoescalas en áreas rurales (Nunes, 1989 y 1991).

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los SIG tienen por objeto la recogida, el almacenamiento, el análisis, la manipulación y la presentación de los datos de la superficie terrestre que son de interés para la sociedad humana (Leopart, 1990). Esta posible definición es intrínseca a todas las geógrafas y geógrafos que han actuado como tales antes y después del reconocimiento

científico de la geografía. Sin embargo, es básico considerar tres aspectos que por separado no constituyen una base para desarrollar un SIG: primero, la necesidad de delimitar y concretar los elementos y procesos geográficos; segundo, la creación de un banco de datos de dichos elementos y procesos; y tercero, su tratamiento sistemático de acuerdo con unos objetivos claramente definidos (Cebrian, 1992).

En este sentido podemos redefinir un SIG por los tipos de funciones operativas que abarca. Las más básicas serían la entrada de información y la representación gráfica y cartográfica de dicha información como salida. Ya más específicas serían las funciones de gestión de la información espacial que nos interese particularmente, siendo la función más compleja conceptualmente, el análisis de datos integrados en el territorio que facilitará el uso de la simulación como método (Bosque Sendra, 1992). Las posibilidades técnicas, inseparables del desarrollo científico del conocimiento, permiten una mayor aproximación a la realidad de los modelos que se han diseñado para representarla y simular diversos escenarios basados en los mismos (Reinhardt, 1991).

La situación óptima de un SIG sería poseer un banco de datos que abarcara todos los elementos y fenómenos de la superficie terrestre a una escala grande, así como disponer de unos procedimientos, teóricos y técnicos, exhaustivos, de análisis y manipulación de dichos datos (Chorley, 1987). Como es obvio, esto es imposible ya que siempre se deberá reducir la complejidad informativa de acuerdo con una serie de limitaciones científicas, técnicas, económicas e incluso sociales. La simplicidad y operatividad del modelo dependen de un desarrollo efectivo de la teoría geográfica, así como del condicionamiento del coste monetario y temporal, que a su vez dependen de la complejidad tecnológica de cada sociedad (Bosque Sendra, 1990). También son muy importantes las limitaciones sociales que fijarán las prioridades del colectivo. Es a partir de estas limitaciones propias del entorno del sistema que se deberán redefinir con exactitud los objetivos que se pretende conseguir con el desarrollo de dicho sistema (Ruiz, Rodríguez, Rullan y Salva, 1990).

El tema clave, sin lugar a dudas, será distinguir muy claramente entre la definición del sistema como modelo teórico y como conjunto de elementos y capacidades tecnológicas. Por desgracia, se prioriza más la segunda concepción de los SIG, tanto por parte de los defensores como de los detractores de su importancia en la geografía actual, cuando una sin la otra no es realmente un SIG. En todos los paradigmas de la geografía, y por extensión de la ordenación del territorio, siempre se precisa un equilibrio entre teoría y técnica que permita un desarrollo científico del nuevo enfoque metodológico (Rhind, 1981). El enfrentamiento conceptual y metodológico entre los que consideran los SIG únicamente como un entorno informático capaz de introducir datos compatibles, almacenarlos, transformarlos y ofrecer productos útiles al análisis y la gestión del territorio, están reduciendo su función a «sistemas de procesamiento de datos» (Rhind, 1976), y los que plantean los SIG como un avance teórico y meto-

dológico en la formulación de modelos, donde los conocimientos y avances tecnológicos son una parte substancial pero no única, es el resultado de un mayor desarrollo de estos últimos. Es un reto para los usuarios académicos de los SIG restablecer dicho equilibrio, tanto al fijar los objetivos con claridad como en la concreción de las entidades geográficas (Taylor, 1990).

Es evidente que toda la comunidad geográfica coincidiría en señalar el mapa como el modelo más característico de la disciplina, y también que todo el colectivo más relacionado con el desarrollo de los SIG contemporáneos está de acuerdo en que el mapa ha sido el primer SIG en la historia de la geografía. Es por ello que los avances metodológicos de los SIG se fundamentan y entroncan con el de la cartografía, la teledetección y el análisis multivariante (Bunce, Morell y Stel, 1975). Sin embargo, tal como sucedió con la revolución cuantitativa en las décadas de 1950-1959 y 1960-1969, el marco conceptual que da lugar a un nuevo enfoque metodológico precisa de un cuerpo teórico que se desarrolle a partir de las ventajas de los nuevos recursos técnicos, pero basándose en un modelo cada vez más ajustado a la compleja realidad de la superficie terrestre (Beguin, 1989). Es preciso desarrollar teorías sobre el funcionamiento de un territorio, a nivel global y concreto, de acuerdo con las necesidades de los usuarios, que definan los objetivos del SIG.

A pesar de ello, debemos tener en cuenta que una buena parte de los problemas geográficos pueden mejorar su explicación, por sencillos que sean, a través de los SIG, tal como ha sucedido con el uso de la cartografía, la teledetección o los métodos cuantitativos, si en el diseño se definen las funciones correctamente (Chuvieco, 1990 y Tomlin, 1990). Asimismo, al igual como con el uso del ordenador y los *package* correspondientes en los métodos antes citados, el usuario podrá utilizar, con las limitaciones propias de un programa estándar, pero también con la mayor facilidad de su manejo, los distintos entornos de los SIG siempre que defina adecuadamente los objetivos de su investigación (Cebrian y Mark, 1986; Cebrian y Mark, 1987). Y recordemos que los problemas geográficos pueden ser tanto la ordenación del territorio, como una simple clasificación de una variable (Murcia, 1986).

Si una institución debe garantizar la eficacia del sistema cartográfico de un país, actualmente debería desarrollar un SIG con un banco de datos territoriales, actualizado por períodos cortos (1-6 meses), a escala grande (1:500-1:2.000), que hubiera definido previamente los elementos y fenómenos a tener en cuenta en el diseño inicial y las posteriores actualizaciones. Si dicha institución debe facilitar producción cartográfica a distintos sujetos, se deberían conocer sus necesidades para hacer compatible la estructura del banco de datos con las manipulaciones posteriores (Rhind, 1988). Siguiendo con este ejemplo, podríamos comentar las fuentes de la información, los procedimientos para hacerlas compatibles entre sí, la complejidad de la nueva tecnología especializada (*hardware* y *software*), los presupuestos económicos

disponibles, los reglamentos y otras normas jurídicas que definen el tipo de análisis del territorio (planificación urbana, impacto medioambiental...), etc. (England, 1985).

Cada tipo de SIG tiene sus objetivos, su complejidad y las posibilidades de una tecnología determinada (Ball y Babbage, 1989). Entre los objetivos del Ministerio de Defensa, que puede priorizar información del tipo «dimensiones y capacidad de soportar peso de un puente», y los objetivos de un servicio de protección de incendios, que deben conocer con exactitud «la localización y las características de los puntos de acceso al agua», por ejemplo, hay muchas diferencias, tanto de tipo conceptual como de resolución técnica de la base de datos (Brunet y Ruiz, 1990). Aunque hay problemas de tipo general, como la presentación de datos tipo *raster* (información referenciada a una malla) o de tipo vectorial (información referenciada a coordenadas de puntos), la precisión en los procesos de digitalización, etc., siempre es necesario, primero, definir los objetivos de un SIG, y después los elementos y procesos a considerar, para discutir finalmente la forma de presentación de los datos que los representan (Burrough, 1986).

La capacidad técnica del entorno de los SIG (*hardware* y *software*), los periféricos, así como las configuraciones estándar desarrolladas (*package* específicos), delimitan, en buena parte, la forma en que se deberá tratar la información, ya que esta existe de muy diversas formas y siempre es necesario formular supuestos definitorios y restrictivos (Cebrian, 1988). Muchas veces no puede afirmarse si es la configuración técnica la que define un tipo de SIG o este promueve determinados avances tecnológicos. En cualquier caso, debemos tener muy claro que el diseño de un SIG consta de dos partes básicas: la definición de las funciones-objeto y la configuración de un sistema informático (*hardware*, *software*, periféricos y procesos). Las funciones pueden ser de lo más genérico (sistemas de transporte del continente europeo) o específico (sistemas de transporte del continente europeo) o específico (sistema de transporte metropolitano de Barcelona), orientadas a la investigación de base (tipos de especies vegetales en un territorio) o la gestión económica (elaboración y gestión del catastro), y de muchos otros tipos (Laurini y Thompson, 1992).

Podemos afirmar, por tanto, que los SIG proveen de información y de elementos de análisis para la toma de decisiones en la investigación, planificación y gestión del territorio. Sin embargo, no debe menospreciarse el desarrollo metodológico y técnico en la obtención, adecuación, manipulación y presentación de los datos, estrechamente unido al desarrollo del *hardware*, *software*, periféricos y *packages* específicos (Chrisman, 1989 y Jensen, 1989). Esta dialéctica entre las funciones y la configuración informática de los SIG, enturbia el equilibrio entre las dos partes básicas, especialmente por la complejidad creciente de las configuraciones informáticas como sistema, aunque cada vez sea más sencilla como usuario, que promueve la especialización de los geógrafos y otros profesionales en su diseño y uso (Fraser, 1991).

UN SIG DEL ÁMBITO RURAL

De acuerdo con la explicación anterior, el punto de partida más apropiado al diseñar un SIG será la definición y formalización de las necesidades del usuario en vez de centrarse únicamente en los datos y sus fuentes (Peuquet y Marble, 1990). Obviamente, cuando esta fase esté claramente estructurada, se deberá adecuar las bases de datos a los elementos y procesos (variables y funciones-objeto) que precisan la formalización del modelo planteado por el usuario: la obtención y recogida de la información, el tipo referencial de la misma (*raster* o vectorial), la compatibilidad en la relación entre las distintas variables, el nivel de resolución territorial (escala)..., los problemas para almacenar una magnitud excepcional de datos y, especialmente la transformación en una matriz de datos operativa en un entorno informático de un SIG determinado. Todo ello ocupará un espacio de tiempo, recursos humanos, económicos y técnicos muy importantes en cualquier proyecto (Bunce, 1984).

En esta segunda fase habría que reformular algunas de las variables y funciones establecidas inicialmente, por las dificultades o limitaciones que puedan plantear: desde el elevado coste hasta la imposibilidad material de obtener una información de una forma determinada, en bruto o transformada. En una tercera fase, se obtendrán unos resultados que satisfagan las necesidades del usuario. Una de las virtudes de los SIG es su adaptación permanente a la función para la que han sido creados. Finalmente, la mayor o menor potencia de un SIG debería fijarse de acuerdo con la capacidad de análisis de los elementos y procesos formalizados que facilitan la investigación, planificación y gestión del territorio por parte del usuario (Rhind, 1990; Maguire, Rhind y Goodchild, 1991).

Al diseñar un SIG aplicado a un ámbito rural, consideramos que es previo definir la dimensión espacial de acuerdo con una jerarquía en la ordenación del territorio. Ello implica asumir una estructura de niveles organizativos, como podría ser el municipio, la subcomarca, «rodalia», en catalán), la comarca, la supercomarca, «vegueria», en catalán), la región etc., discutibles, pero que corresponden a las decisiones que se deben tomar en la fase normativa en la planificación o la modelística (Nello, Ferrer y Mateu, 1991). De acuerdo con la filosofía, en el diseño de un SIG, esta dimensión espacial debería ser la más adecuada a las necesidades del usuario. Si se desea desarrollar un SIG apto para la investigación de base, la planificación y la gestión de un «territorio rural integrado» debería escogerse un ámbito comarcal o de «rodalia» que incluyera una «ciudad mercado» junto con el entorno rural que se estructura a su alrededor. La escala ha de ser grande, entre 1:500 y 1:5.000, variable entre las áreas urbanas y las propiamente rurales. Sin embargo, el nivel de resolución no se fijará únicamente por la escala, sino por la densidad de las referencias en los datos

de tipo vectorial o la dimensión de la malla en los datos de tipo *raster* (Chuvieco, 1990), siendo aconsejable una malla entre 100 m de lado (cuadrículas de una hectárea) y 10 ó 20 m de lado.

Al comparar un SIG de ámbito urbano y uno de ámbito rural se tiende fácilmente a considerar escalas grandes para el primero y de tipo medio para el segundo. Esto es un error porque se confunde la trama viaria con la diversidad del territorio. En un bosque puede ser significativo distinguir las pendientes, el grado de desarrollo forestal, la orientación, el tipo de suelo, etc., aunque corresponda a una misma especie, si, por ejemplo, se pretende disponer de un SIG apto para la prevención de incendios. Siempre serán las funciones del SIG las que definirán el nivel de resolución (Viña, 1979). En una planificación de usos del suelo podría ser suficiente una malla de 100 m de lado en un ámbito rural, aunque los cambios que se produjesen posteriormente harían necesaria, probablemente, una malla de 25 m, o de 10 m si se incluyeran «los recursos hídricos y el saneamiento», como mínimo. En cualquier caso, en las áreas que ya fueran urbanas sí que sería necesaria una malla más densa, lo que comportaría dos tipos de malla (Stiefel, 1987). Aunque técnicamente pueda ser posible una agregación o desagregación en el diseño de un SIG, conceptualmente no sería correcta la operación de desagregar si la información no tiene el nivel de resolución requerido para cada función-objeto.

Estas consideraciones no permiten afirmar que un SIG será más operativo cuantas menos funciones tenga. Un espacio homogéneo facilita un SIG más sencillo, mientras que los espacios heterogéneos muestran mayores complejidades en la estructura de la base de datos. Esto es lo que sucede en las áreas rurales, consideradas como un sistema organizado donde aparecen situaciones muy complejas (subsistemas) que no tiene sentido referenciarlas por separado. Es decir, que las bases de datos de los diversos subsistemas deben ser compatibles. El sistema productivo se entrelaza con el subsistema residencial, y ambos están vertebrados por el de las infraestructuras, básicamente viarias, y los equipamientos; asimismo, por la naturaleza de las actividades económicas que existen en un área rural, deberá considerarse al medio natural como básico para los demás subsistemas (T.M. Roberts y R.D. Roberts, 1984). En general, podría afirmarse que los SIG urbanos son más fáciles de diseñar por la posibilidad de desglosar los subsistemas y compatibilizarlos posteriormente. Sin embargo, ello no niega que un SIG diseñado explícitamente para la gestión catastral, por ejemplo, no sea más sencillo, aunque en las fases siguientes presente una mayor complejidad por la dimensión y la heterogeneidad del territorio abarcado (Worrall, 1990).

En este sentido, un SIG para un área rural, con un amplio abanico de funciones, deberá tomar un modelo inicial sencillo y añadirle posteriormente otras funciones (Ashdown y Schaller, 1990). Este método precisa, sin embargo, compatibilizar los datos con una referenciación tipo *raster* con los de tipo vectorial.

El primer problema es seleccionar una o varias clasificaciones de usos del suelo, de acuerdo con las diversas funciones, para una misma variable (Curran, 1985). La gestión urbanística y la planificación del medio natural deben ser compatibles en un área rural, y, por tanto, la información de ambas clasificaciones capaz de superponerse. Esta es una de las ventajas de los SIG actuales sobre los tradicionales (cartografía convencional), ya que puede almacenarse información de subsistemas que sólo se cruzarán en análisis excepcionales, pero que no entorpecen el uso cotidiano del SIG para dos usuarios prácticamente independientes. La conclusión es obvia; en un SIG de ámbito rural se deberá recoger la información por subsistemas separados manteniendo una coordinación mínima en cuatro aspectos: el nivel exacto de resolución y escala, el subsistema a desarrollar inicialmente y que operará como referencia, la formalización de las variables (conceptual y técnicamente) y los procesos de transformación a realizar, así como una estructura territorial definida como marco de aplicación del SIG (Krippendorf, 1987).

Si queremos concretar los elementos y procesos que se deberían tener en cuenta en el diseño de un SIG de ámbito rural, estos podrían ser los siguientes:

1. Medio natural y recursos rurales.

1.1. Actividades económicas basadas en el medio natural.

- 1.1.1. Agricultura.
- 1.1.2. Ganadería.
- 1.1.3. Forestal.
- 1.1.4. Minería.
- 1.1.5. Pesca e instalaciones hidroeléctricas.

1.2. Elementos y dinámica de la vegetación.

- 1.2.1. Mapas de vegetación.
- 1.2.2. Intensidad de ocupación de especies.
- 1.2.3. Medición de biomasa y su modificación.
- 1.2.4. Medición de la fotosíntesis y respiración.
- 1.2.5. Riesgo sobre la vegetación (incendios...).

1.3. Elementos y dinámica de los animales.

- 1.3.1. Vertebrados.
- 1.3.2. Invertebrados.

1.4. Tipos de suelos.

- 1.4.1. Estructura de suelos (estabilidad física y capacidad de retención del agua).
- 1.4.2. Perfil del tipo de suelos (horizontes).
- 1.4.3. Fertilidad del suelo (flujo de nutrientes).

- 1.5. Calidad y cantidad de agua.
 - 1.5.1. Caudal de agua en flujos continuos.
 - 1.5.2. Localización de aguas estancadas.
 - 1.5.3. Características químicas y biológicas.
 - 1.5.4. Comunidades vegetales y animales acuáticos.
 - 1.5.5. Áreas de inundación.
- 1.6. Clima y calidad del aire.
 - 1.6.1. Temperaturas.
 - 1.6.2. Precipitaciones.
 - 1.6.3. Cambios en la vegetación y los suelos.
 - 1.6.4. Procesos de erosión.
 - 1.6.5. Polución atmosférica.
- 1.7. Calidad medioambiental.
2. Características económicas y urbanísticas del suelo.
 - 2.1. Parcelario.
 - 2.2. Edificios y viviendas.
 - 2.3. Propiedad y régimen contractual.
 - 2.4. Valoración de parcelas, edificios y viviendas.
 - 2.5. Registro y valoración de actividades económicas.
 - 2.6. Usos del suelo.
 - 2.7. Régimen de tenencia y normativa sobre el suelo.
 - 2.8. Características urbanísticas del suelo.
 - 2.9. Condiciones de los edificios y las viviendas.
3. Características socioeconómicas y de la población.
 - 3.1. Demográficas.
 - 3.1.1. Entidades de población.
 - 3.1.2. Población total de hecho y de derecho.
 - 3.1.3. Densidad de la población.
 - 3.1.4. Estructura de la población.
 - 3.1.5. Dinámica de la población.
 - 3.1.6. Movilidad diaria de la población.
 - 3.1.7. Movimientos migratorios.
 - 3.1.8. Características sociales de la población.
 - 3.2. Sanidad y epidemiología.
 - 3.3. Educación y niveles de formación.
 - 3.4. Magnitud de los sectores económicos.
 - 3.4.1. Primario.
 - 3.4.2. Industria manufacturera.
 - 3.4.3. Construcción.

- 3.4.4. Agua, gas y electricidad.
- 3.4.5. Comercio.
- 3.4.6. Servicios financieros.
- 3.4.7. Servicios públicos.
- 3.4.8. Turismo, ocio y hostelería.
- 3.4.9. Otros servicios (personales).
- 3.5. Mercado laboral (oferta, demanda y desempleo).
- 3.6. Prestaciones sociales.
- 3.7. Judicatura y conflictividad social.
- 3.8. Organización territorial e Instituciones.
- 3.9. Diferencias sociales y territoriales.
- 4. Infraestructuras y equipamientos.
 - 4.1. Viarias (incluye ferrocarril) y fluviales.
 - 4.2. Aeropuertos y heliopuertos.
 - 4.3. Sistemas de comunicación.
 - 4.4. Medios de comunicación.
 - 4.5. Producción y distribución de energía.
 - 4.6. Instalaciones de agua y saneamiento.
 - 4.7. Instalaciones sanitarias y educativas.
 - 4.8. Culturales y deportivas.
 - 4.9. Servicios personales.
- 5. Otras clasificaciones.

Este listado es meramente orientativo, pero nos muestra su necesidad para poder decidir la forma en que definiremos cada variable o relación y, en consecuencia, cómo se generará el banco de datos a partir del cual se podrá manipular y analizar la información requerida.

LOS OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL (SIGAL)

La abreviación LIS corresponde en lengua inglesa a Land Information Systems, que podemos traducir por Sistemas de Información del Suelo (SIS), mientras que los SIG aplicados a la administración local podrían traducirse por Sistemas de Información Geográfica de la Administración Local (SIGAL), aunque, tendiendo a la simplificación, se utilice simplemente SIL (Sistemas de Información Local), lo cual puede ocasionar una fácil confusión con la abreviación LIS en inglés (Dueker, 1987). La administración local, como usuario de los SIG, tiene unas necesidades definidas que per-

miten configurar un diseño propio. Las diferencias entre las entidades de tipo rural y las de tipo urbano son mayores que entre los pequeños centros urbanos de ámbito municipal y los que configuran un espacio predominantemente rural (comarca, «rodalia») con localidades de hasta 25.000 habitantes, con todas las excepciones pertinentes en un entorno no urbano (Dangermond y Freedman, 1984).

La configuración de un SIGAL debería contemplar, por lo menos, seis requisitos. En primer lugar, es necesario inventariar la información con un nivel de detalle lo más cercano posible a la realidad, es decir, con una escala grande y con una gran capacidad de almacenamiento. En segundo lugar, esta información debe poder ser relacionada con el subsistema que referencia los usos del suelo y su tenencia (SIS/LIS), ya que la Administración local fundamenta su razón de ser en la población y la zona de los ámbitos más desagregados en la organización del territorio. En tercer lugar, las características de esta población y sus actividades, principalmente las económicas, deberán registrarse en relación con «las unidades territoriales de base» (Dale y McLaughlin, 1988). En cuarto lugar, las infraestructuras y los equipamientos que configuran la vertebración del territorio. En quinto lugar, aparece el medio natural y los recursos rurales que se integran en el territorio del área de influencia de estas pequeñas ciudades fuera de los ámbitos metropolitanos. Finalmente, los distintos subsistemas que se van relacionando con el SIS/LIS deberán ser compatibles con una referenciación tipo *raster*, aunque se obtenga a partir de datos de tipo vectorial, presentándose de forma que pueda ser transformada, analizada y explotada de forma sencilla (Marble, 1984 y Somers, 1987).

De esta forma no puede negarse que la creación y el desarrollo de un SIG es muy costoso y complejo, y su uso por parte de la Administración local precisa que su desarrollo se elabore por parte de instituciones, públicas o privadas, universitarias o empresariales, que a partir de un número reducido de casos extiendan posteriormente su experiencia a todos los de un tipo semejante. Estas iniciativas, frecuentemente, son promovidas por la propia Administración local, cuando esta es importante, o por otras de rango superior en el ámbito rural (Ministerios, Diputaciones, Autonomías...) (Chorley, 1987). Sin embargo, a corto plazo, las necesidades más importantes de la Administración local coinciden con las más rentables, tal como sucede con la gestión del catastro. Esta justifica una inversión controlada en SIG especializados.

En el momento actual, el desarrollo técnico de los SIG supera el cuerpo teórico necesario para la configuración de modelos que abarquen las situaciones complejas de la ordenación del territorio. Por tanto, es normal asimilar un SIGAL con un SIS/LIS con el objetivo de obtener ingresos fiscales. En este sentido se prefiere un SIG de configuración más sencilla mientras mantenga una capacidad versátil y de fácil actualización de los datos. Lo problemático es que todos los esfuerzos queden a este único nivel y que no se implementen otros subsistemas que permitan el análisis y la planificación del territorio desde una perspectiva más global (Dangermond, 1988).

El SIS/LIS de función catastral se fundamenta normalmente en un sistema georreferencial vectorial apoyado en una red de puntos de control. La escala ha de ser lo suficientemente grande para digitalizar de forma significativa los límites de las parcelas que aparecen como las unidades especiales básicas. Se establecen mecanismos que relacionan estas parcelas con los elementos característicos del catastro (dimensión cualitativa, valoración, etc.) y se crean vínculos «multipropósito» que permitan una fácil correspondencia entre este subsistema y otros estrechamente relacionados con propiedades físicas, urbanísticas, administrativas y económicas de estas parcelas. Lo que define su naturaleza específica es la función principal de gestionar el territorio por su capacidad de generar impuestos. Ello reduce las funciones de desarrollar modelos que relacionen el subsistema de gestión del suelo con los de desarrollo y planificación en el territorio (Raper, 1989).

La Administración local debería dedicar más recursos, propios o por gestión cedida de los de la Administración central o autonómica, para facilitar que los SIGAL fueran más «multipropósito». A partir de este cambio sustancial, en la asignación y distribución de los recursos públicos, podrían desarrollarse modelos de planificación espacial que recogieran las ventajas técnicas y metodológicas de los SIG (almacenamiento de un gran volumen de información, relación de variables de diversa naturaleza estadística, sobreposición de productos en el análisis, etc.). Asimismo sería necesario que los ámbitos de aplicación fueran operativos para determinadas dimensiones (superficies entre 20.000 y 200.000 hectáreas; población entre 5000 y 100.000 habitantes, por ejemplo) y de acuerdo con un determinado nivel jerárquico de estructuración del territorio (Rhind, 1989).

EL SIS/LIS Y EL SIGAL COMO MODELOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL

Al establecer las conclusiones quisiera puntualizar que en ningún momento se infravalora la gran importancia de los avances técnicos y metodológicos en el diseño y desarrollo de los SIG. Actualmente se ha consolidado un segmento profesional de especialistas que trabajan en la mejora y mayor eficiencia del entorno informático (*hardware*, *software* y periféricos), así como la concreción del tipo de entidades geográficas en la recogida, manipulación y análisis de los datos. Sin embargo, desearía llamar la atención sobre la necesidad de que la investigación teórica en los diversos aspectos de la geografía y otras disciplinas espaciales tendría que acercarse a los avances y posibilidades de los SIG. No son dos ámbitos opuestos en el análisis espacial ni una confrontación entre teoría y técnica, sino unos desarrollos paralelos y complementarios (Sant, 1982).

Los SIS/LIS serán instrumentos cada vez más asequibles por su menor coste, y los avances tecnológicos permitirán que los distintos sistemas sean compatibles y compartan los bancos de datos en vez de duplicarlos. Los procedimientos de transformación de datos tipo *raster* en vectorial, o a la inversa, pueden ser una muestra de estos avances. Su difusión tiene interés si, al mismo tiempo que se generaliza, se convierte en una verdadera red que pueda intercambiar información, pero también modelos de gestión del suelo y análisis del territorio. En este sentido debe considerarse que el catastro «multipropósito» supera la simple gestión del mismo. Este desarrollo desde un objetivo fiscal hasta el de la ordenación del territorio es técnicamente posible y encaja en un modelo teórico donde se definan los diversos subsistemas, tal como hemos expuesto anteriormente (Dueker, 1987 y Comas y Nunes, 1990).

La diferencia entre el SIGAL y los SIL/LIS en la ordenación del territorio reside en concebir un modelo general estructurado en subsistemas que se desarrollan de acuerdo con un plan, o, bien, en diseñar un subsistema de gestión del suelo que se convierte en «multipropósito» y va desarrollando cada uno de los sistemas incorporados. En este segundo método se asume que los usos del suelo son la base del SIG y que todo modelo precisará considerarlos como el grupo de variables y relaciones principales. Este SIG emplea las parcelas catastrales como unidades espaciales de organización principal, relacionándolas con una serie de características básicas del suelo (régimen de tenencia, valor del suelo, etc.), abarca un ámbito espacial continuo, dispone de mecanismos para acceder a otros subsistemas (económico, recursos naturales...) georreferenciados con un sistema vectorial, preferentemente, o tipo *raster*, y con medios eficientes de acceso al banco de datos con mecanismos para su transformación, análisis y presentación de resultados de distintos tipos (Martin, 1991).

Hay distintos ejemplos de SIG que abarcan un ámbito regional con un nivel de resolución preciso, como es el caso de «The Vermont GIS» (Milette, 1990), aplicado en los EE.UU. La tendencia general es la formulación teórica de subsistemas con una recogida de datos por períodos temporales (Langran, 1992). Los SIGAL se acomodarían a este método, donde se define un modelo territorial de ámbito rural, con un desarrollo paralelo y con un ritmo temporal distinto en todos los subsistemas.

Podemos afirmar, finalmente, que la ordenación del territorio, por la confluencia entre los planteamientos teóricos, los supuestos normativos y los métodos de análisis regional que contiene, es un buen banco de pruebas para diseñar un «SIG multipropósito» completo, así como un SIGAL aplicado a áreas rurales (Scholten y Vlugt, 1990). Sin embargo, este método tiene la dificultad que aún no se ha desarrollado una teoría general de las relaciones espaciales en relación con las estructuras de bases de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRE, P. (1983), *Una aplicació del Programa MAP (Map Analysis Package) a Catalunya*, Barcelona, Departament de Geografia (UAB) i Direcció General de Política Territorial (Generalitat de Catalunya).
- ALEGRE, P. y TULLA, A.F. (1986), «Métodos de cuantificación aplicados a la planificación territorial y urbana», *Actas del II Coloquio de Geografía Cuantitativa* (23-25 de septiembre de 1985), Madrid, p. 240-267.
- ASHDOWN, M. y SCHALLER, J. (1990), *Geographic Information Systems and their application in MAB projects, ecosystem research and environmental monitoring*, Bon, The German National Committee for the UNESCO Programme «Man and the Biosphere (MAB)».
- BALL, D. y BABBAGE, R. (eds.) (1989), *Geographic Information Systems. Defence Applications*, Brassey's Australia, Oxford, Pergamon Press.
- BEGUIN, H. (1989), «Problemas de la explicación científica en Geografía», en *NORBA. Geografía VIII y IX*, p. 379-387, III Coloquio de Geografía Cuantitativa (26-29 de septiembre de 1988), Cáceres.
- BOSQUE SENDRA, J. (1990), «Análisis Estadístico Exploratorio y Confirmatorio en Geografía», en *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca, p. 405-445.
- (1992), *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Ediciones Rialp.
- BRUNET, J. y RUIZ, M. (1990), «Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos Raster al Análisis de Componentes Urbanos», en *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca, p. 111-128.
- BUNCE, R.G.H., MORRELL, S.K. y STEL, H.E. (1975), «The Application of Multivariate Analysis to Regional Survey», *Journal of Environmental Management* (1975), 3, p. 151-165.
- BUNCE, R.G.H. et al. (1984), «Models for predicting changes in rural land use in Great Britain», en *Proceedings of Institute of Terrestrial Ecology Symposium*, 13, Kincardineshire, Banchory.
- BURROUGH, P.A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, Clarendon Press.
- CEBRIAN, J.A. y MARK, D. (1986), «Sistemas de Información Geográfica. Funciones y Estructuras de datos», *Estudios Geográficos*, vol. 47, Madrid, p. 277-299.
- (1987), «Gestión y perspectivas de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica», *Estudios Geográficos*, vol. 48, Madrid, p. 359-378.
- CEBRIAN, J.A. (1988), «Sistemas de Información Geográfica», en Bosque Sendra, J. et al. (1988), *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias Sociales*, Madrid, Síntesis, p. 125-139.
- (1992), *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*, Santander, Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria.
- CHORLEY, R. et al. (1987), *Handling Geographic Information. Report of the Committee of Enquiry chaired by Lord Chorley*, Londres, Her Majesty's Stationery Office.
- CHUVIECO, E. (1990), *Fundamentos de Teledetección espacial*, Madrid, Rialp.
- (1990), «Teledetección y SIG: ¿Técnicas paralelas o convergentes?», en *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca p. 25-41.
- CHRISMAN, N.R. et al. (1989), «Geographic Information Systems», en Gaile, G.L. y Willmott, C.J. (eds.) (1989), *Geography in America*, Columbus (Ohio), Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Information Company, p. 776-796.
- COMAS, D. y NUNES, J. (1990), «Sistemas de Información Geográfica y el Análisis del Territorio. El caso de la Costa Brava», en *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca, p. 129-143.
- CURRAN, P. I. (1985), *Principles of Remote sensing*, Londres, Longman.

- DANGERMOND, J. y FREEDMAN, C. (1984), *Findings Regarding a Conceptual Model of a Municipal Data Base and Implications for Software Design*, Inc. Redlands (California) Environmental System Research Institute.
- DANGERMOND, J. (1988), «GIS Trends and Experiences», en *Proceedings. Second International Symposium on Spatial data Handling* (July 5-10, 1986, Seattle), p. 1-4, IGU.
- DALE, P. F. y MCLAUGHLIN, J.D. (1988), *Land Information Management. An introduction with special reference to cadastral problems in Third World Countries*, Oxford, Clarendon Press.
- DUEKER, K.J. (1987), «Multipurpose Land Information Systems: Technical, Economic, and Institutional Issues», *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* vol. 53. núm. 10, octubre 1987, p. 1361-1365.
- ENGLAND, J. et al. (1985), *Information Systems for Policy Planning in Local Government*, Harlow, Essex, Longman.
- FRASER TAYLOR, D.R. (ed.) (1991), *Geographic Information Systems. The Microcomputer and Modern Cartography*, Oxford, Pergamon Press.
- GANYET J. y TULLA, A.F. (1988), «El Programa MAB-6 Alt Pirineu: resultats i conclusions», *DAG*, 12, p. 179-186, Bellaterra (Barcelona), Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- GUIMET PEREÑA, J. (1992), *Introducción conceptual a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*, Madrid, Estudio Gráfico Madrid.
- JENSEN, J. et al. (1989), «Remote sensing», en Gaile, G.L. y Willmott, C.J. (eds.) (1989), *Geography in America*, Columbus (Ohio), Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Information Company, p. 746-775.
- KRIPPENDORF, J. (1987), *La-Haut sur la montagne... Pour un développement du tourisme en harmonie avec l'homme et la nature*, Programa «developpement socio-économique et capacité écologiques en montagne», Direction du programme MAB (UNESCO), Institut de Géographie de l'Université de Berne.
- LANGRAN, G. (1992), *Time in Geographic Information Systems*, Londres, Taylor & Francis.
- LAURINI, R. y THOMPSON, D. (1992), *Fundamentals of Spatial Information Systems*, Londres, Academic Press, Harcourt Brace Javanovich Publ.
- LLEOPART, A. (1990), «Sistemes d'informació geogràfica», *Revista Catalana de Geografia*, vol. IV núm. II, p. 15-19, marzo 1990, Institut Cartogràfic de Catalunya.
- MAGUIRE, D., RHIND, D.W. y GOODCHILD, M.F. (eds.) (1991), *Geographic Information Systems: Principles and Applications*, Londres, Longman.
- MARBLE, D.F. (1984), «Geographic Information Systems and Land Information Systems: Differences and Similarities», *International Symposium on Land Information Systems*, octubre 1984.
- MARTIN, D. (1991), *Geographic Information Systems and their socioeconomic applications*, Londres, Routledge.
- MARTÍNEZ, S., NUNES, J. y VALERO, J.C. (1988), «Evolució dels usos del sòl. Inventari i Anàlisi», *DAG* 12, Bellaterra (Barcelona), Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona p. 39-57.
- MILLETTE, Th.L. (1990), «The vermont GIS: a model for using Regional Planning Commissions to deliver GIS in support of growth management», en Worrall, L. (ed.) (1990), *op. cit.*, Londres, Belhaven Press, p. 65-86.
- MURCIA, E. (1986), «Ontologia de Sistemes y Análisis Territorial», *Geografía Teórica y Cuantitativa. Conceptos y Métodos* (Primer Coloquio de Geografía Cuantitativa, julio 1983), 25-35, Universidad de Oviedo.
- NELLO, O., FERRER, A. y MATEU, X. (1991), «Problemàtica sòcio-econòmica i resposta administrativa a la Catalunya rural dels anys noranta», en *La Catalunya rural als anys 90*, Barcelona, Federació de Municipis de Catalunya, Servei d'Informació i Publicacions, p. 9-70
- NUNES, J. (1989), «Evolución conceptual y técnica de los sistemas de información geográfica. La agenda pendiente», *Boletín de la Asociación de Geógrafos españoles*, 9, 2ª época, Madrid.

- (1991), «Geographic space as a set of concrete geographical Entities», en Mark, D. y Frank, A. (eds.) (1991), *Cognitics and linguistics aspects of geographic space*, Advance Study Institute on cognitics and linguistics aspects of geographic space, Kluwer, the Netherlands (en curso de publicación).
- OTTENS, H.F.L. y HARTS, J.J. (1990), «The Application of Geographical Information Systems for Municipal Planning: Possibilities Problems and Perspectives», *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca, p. 73-93.
- PERROTTER-MULLER, J. (1987), *Des Montagnes Des Paysans. Pour une agriculture en accord avec l'home et la nature*, Programa «Développement socio-économique et capacités écologiques en montagne», Fonds National Suisse et contribution de la Suisse au Programme MAB (UNESCO), Berna.
- PFUQUET, D.J. y MARBLE, D.F. (eds.) (1990), *Introductory readings in Geographic information Systems*, Londres, Taylor & Francis.
- RAPER, J. (ed.) (1989), *Three dimensional applications in GIS*, Londres, Taylor & Francis.
- REINHARDT, R.D. (1992), *Geographic Information Systems (GIS). A Global Perspective*, Arlington (EE.UU.), Cutter Information Corporation.
- RHIND, D.W. (1976), «Towards universal, intelligent and usable automated cartographic systems», *ITC Journal*, 1976, 4, p. 515-545.
- (1981), «Geographic information systems in Britain», en Wrigley, N. y Bennet, R.J. (eds.) (1981), *Quantitative geography: a British view*, Londres, Routledge and Kegan Paul, p. 17-35.
- (1988), «A GIS research agenda», *Int. J. Geographical Information Systems*, 1988, vol. 2, núm. 1, Taylor & Francis, p. 23-28.
- (1989), «Computing, Academic Geography and the World Outside», en Macmillan, B. (ed.) (1989), *Remodelling Geography*, Oxford, Basil Blackwell.
- (1990), «Geographical Information Systems: Present and Future», en *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), suplemento, Palma de Mallorca, p. 5-33.
- ROBERTS, R.D. y ROBERTS, T.M. (1984), *Planning and Ecology*, Nueva York, Chapman and Hall.
- RUIZ, M., RODRÍGUEZ, A., RULLAN, O. y SALVA, P. (1990), «Diseño de un Sistema de Información Geográfico ráster para la planificación territorial», *Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa* (25-28 de septiembre de 1990), Palma de Mallorca, p. 55-69.
- SANT, M. (1982), *Applied Geography. Practice, Problems and Prospects*, Londres, Longman.
- SCHOLTEN, H. y VAN DER VLUGT, M. (1990), «A Review of Geographic Information Systems applications in Europe», en Worrall, L. (ed.) (1990), *op. cit.*, p. 13-40, Londres, Belhaven Press.
- SOMERS, R. (1987), «Geographic Information Systems in Local Government: A Commentary», *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 53, núm. 10, octubre 1987, p. 1379-1382.
- STIEFFEL, M. (1987), «Mapping Out the Differences Among Geographic Information Systems», *The S.Klein Computer Graphics Review*, otoño 1987, p. 73-87.
- TAYLOR, P.J. (1990), «Editorial comment. GKS», en *Political Geography Quarterly*, vol. 9, núm. 3, julio 1990, p. 211-212.
- TOMLIN, C.D. (1990), *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, Englewood Cliffs (NJ) EE.UU, Prentice Hall.
- VIÑA, J.L. DE LA (1979), «Information needs for Regional Planning Studies in mountain areas», en European Conference of Ministers responsible for Regional Planning, Committee of Experts in Cartography, Statistics and Tecnology, *Third European Seminar: Information Systems for Regional Planning* (11-15 de junio 1979), Madrid, Instituto Geográfico Nacional, p. 324-334.
- WORRALL, L. (ed.) (1990), *Geographic Information Systems. Developments & Applications*, Londres, Belhaven Press.